# Канальный уровень в ЛВС

### Особенности локальных сетей

ЛВС - комплекс: кабельная система, активное сетевое оборудование, компьютеры (WS), серверы, ПО.

#### Классические LAN

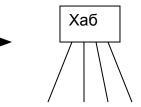
- Типовая топология (Шина, кольцо, звезда)
- Разделяемая среда (Shared Media)
- Полудуплексный режим

Достоинства: Простота и дешевизна. (<100 ЭВМ)

Ограничения: Диаметр, Надежность ↓ Производительность ↓

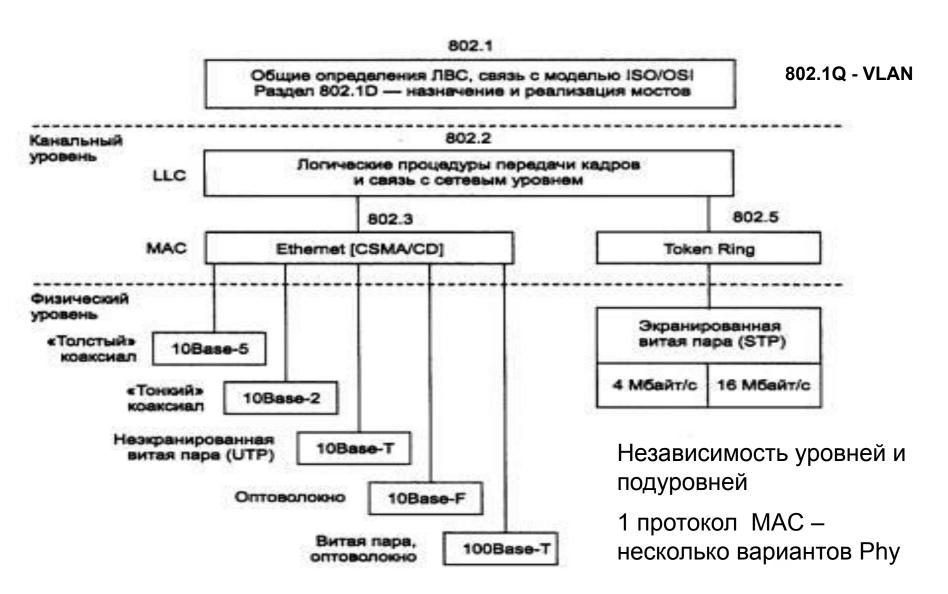
### Тенденции (Современные LAN)

- Индивидуальные ЛС (мосты, коммутаторы)
- Полнодуплексный режим (и полудуплексный)
- Преемственность



## Структура стандартов IEEE 802.х

Стандарты ISO 8802.1...5 LAN: 2 уровня (Phy, DLL), DLL: 2 подуровня (LLC, MAC)



### Подкомитеты 802

```
802.1 – Internetworking;
802.2 - Logical Link Control;
802.3 - Ethernet с методом доступа CSMA/CD;
802.4 - Token Bus LAN;
802.5 - Token Ring LAN;
802.6 - Metropolitan Area Network, MAN;
802.7 - Broadband Technical Advisory Group;
802.8 - Fiber Optic Technical Advisory Group;
802.9 - Integrated Voice and data Networks;
802.10 - Network Security;
802.11 - Wireless Networks;
802.12 - Demand Priority Access LAN.
```

# Протоколы "Технологии LAN"

2 уровня (Phy, DLL)

Прикладной уровень

Уровень представления

Сеансовый уровень

Транспортный уровень

Сетевой уровень

Канальный уровень

Физический уровень

Но: Узлы LAN поддерживают протоколы всех уровней

Канальный уровень

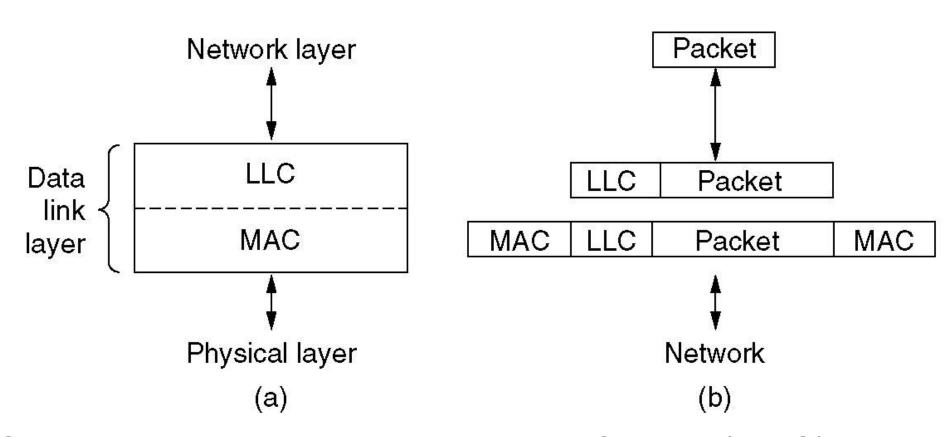
Физический уровень

Модель OSI

Протоколы LAN

Соответствие протоколов LAN уровням модели OSI

# LAN: DLL-2 подуровня (LLC, MAC) IEEE 802.2: Logical Link Control



Специфика LAN – Medium Access Control (MAC)

LLC и MAC - независимы

# Процедуры уровня LLC

- LLC1 без установления соединения и подтверждений;
- LLC2 с установлением соединения и подтверждением. Скользящее окно;
- LLC3 без установления соединения но с подтверждением.

В стеке TCP/IP обычно LLC1

# Типы кадров LLC

- Информационные (LLC2)
- Управляющие (запрос на ретрансмиссию)
- Ненумерованные (без установки соединения)

LLC1 - только ненумерованные кадры

## LLC: выводы

- Три типа процедур (требуемое качество)
- LLC2 дуплексный логический канал
- LLC2 алгоритм скользящего окна
- TCP/IP LLC1

# Medium Access Control Sublayer

Доступ к разделяемой среде

• Случайный доступ (Ethernet)

• Детерминированный доступ (Token Ring, FDDI)

# МАС - адреса

Физический адрес сетевого адаптера - 6 байт

Старшие 3 байта - ID производителя

Адрес: индивидуальный, групповой, широковещательный

```
C:\Program Files\Far>arp -a
Interface: 194.85.98.25 --- 0x10003
 Internet Address Physical Address
                                         Type
 194.85.98.30 00-15-2b-b7-8e-42
                                         dynamic
C:\Program Files\Far>
```

# Технология Ethernet (802.3)

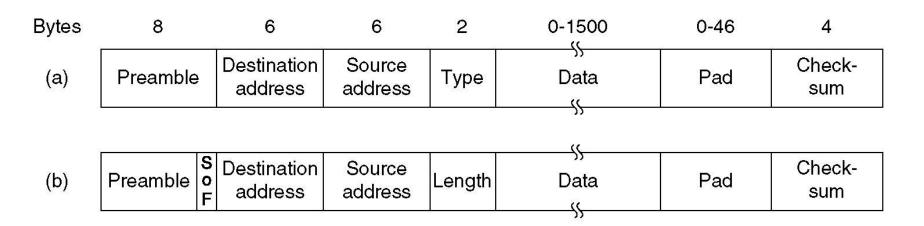
- Ethernet DIX □ 802.3
- 802.3: 10Base-2, 10Base-5, 10Base-T, 10Base-FL, 10Base-FB

Fast Ethernet □ 802.3u

Gigabit Ethernet □ 802.3z

10Mbit Ethernet – Манчестерский код Ethernet – CSMA/CD

# Ethernet MAC Sublayer Protocol



Frame formats. (a) DIX Ethernet, (b) IEEE 802.3.

# Форматы кадров Ethernet

Преамбула не показана

Raw 8	02.3	Novell	802.3)

6	6	2	46-1500	4
DA	SA	L	DATA	FCS

#### Ethernet DIX (Ethernet II)

6	6	2	46-1500	4
DA	SA	T	DATA	FCS

#### 802.3/LLC (802.3/802.2, Novell 802.2)

6	6	2	1	1	1(2)	46-1497 (1496)	4
DA	SA	$\mathbf{L}$	DSAP	SSAP	Cntr	DATA	FCS

#### Ethernet SNAP

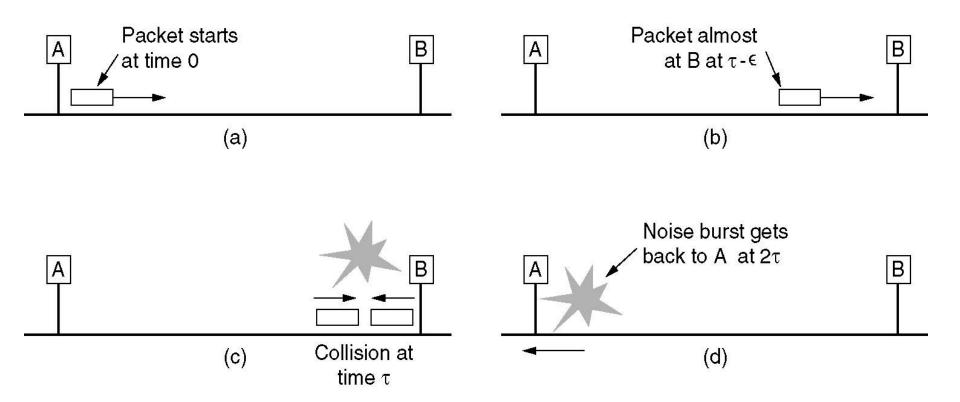
6	6	2	1	1	1	3	2	46-1492	4
DA	SA	L	DSAP	SSAP	Cntr	OUI	T	DATA	FCS

### CSMA/CD

Carrier-Sense-Multiple-Access / Collision Detection

- Логическая общая шина (коллективный доступ)
- 1 Прослушивание 'несущей' (5-10МГц Ethernet)
- 2 "Несущая" отсутствует разрешена передача
- 3 "Несущая" присутствует ожидание
- 4 После окончания кадра 9.6 мкс Inter Packet Gap
- Коллизия одновременная передача 2х узлов
- **Коллизия** останов передачи јат-последовательность 32бит пауза
- Пауза = L x (интервал отсрочки 512бит), L=  $(0-2^N)$

# Ethernet MAC Sublayer Protocol (2)



Collision detection can take as long as  $2\tau$ .

### **Collision Detection**

```
T<sub>min</sub> = ≥ PDV (Path Delay Value) - RTT
```

T<sub>min</sub> = f(длина кадра, скорость передачи)

PDV=f(длина сегмента, скорость распространения)

Ethernet: длина кадра – 46В+18В+8 =72В

Соах – коллизионный домен - 2500м

Fast Ethernet – 210м

Gigabit Ethernet – 25м? - увеличение мин. длины

Домен коллизий – часть сети, все узлы которой конкурируют за доступ к среде

## Производительность Ethernet

```
Кадры/сек? Бит/сек?
Кадры минимальной длины
tmuh = 72B = 576 \, бит = 57.6 \, мкс
IPG = 9.6 \text{ MKC}
Тмин = 67,2 мкс N мин = 14880 кадр/сек
Тмакс = 1526 мкс N макс = 813 кадр/сек
C мин = 5,48 Мбит/с
С макс = 9,76 Мбит/с
```

### **Fast Ethernet**

```
Все отличия от Ethernet - на физическом уровне
MAC и LLC – те же стандарты 802.3 и 802.2
3 типа кабелей (3 спецификации)
100Base-TX – 2 пары UTPcat5 или STPтуре1
100Base-T4 – 4 пары UTPcat3, 4 или 5
100Base-FX - 2 волокна ВОК ММ
Формат кадра тот же
IPG=0,96 мкс Бит-интервал – 10 нс
Признак свободной среды – спецсимвол Idle
Диаметр сети ~ 200 м, Full-duplex – нет ограничений
Все карты – 100/10 мбит/с
```

## Автопереговоры (Auto-negotiation)

Все карты – 100/10 мбит/с: 5 режимов работы по приоритету:

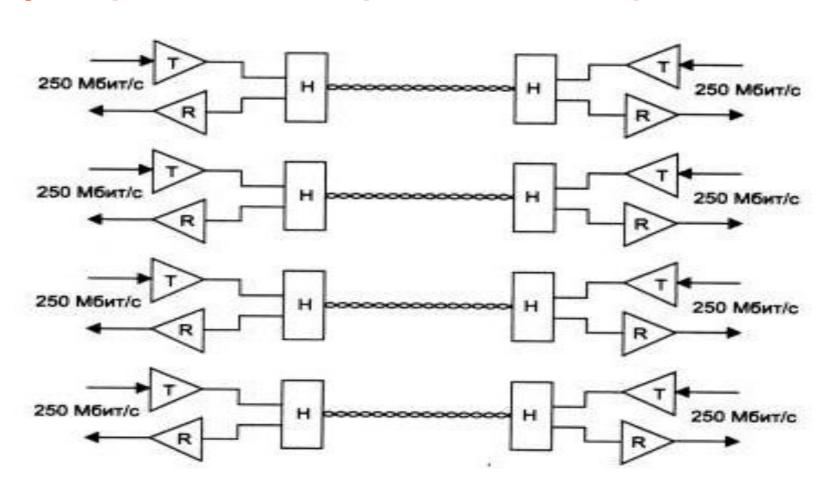
- 10Base-T 2 пары UTPcat3
- 10Base-T 2 пары UTPcat3 full-duplex
- 100Base-TX 2 пары UTPcat5 (или STPтуре1)
- 100Base-T4 4 пары UTPcat3
- 100Base-TX full-duplex 2 пары UTPcat5

Устройство A – Fast Link Pulse (FLP) – код режима Устройство В – FLP (код поддерживаемого режима) или импульсы кода М-II (каждые 16 мс)

### Gigabit Ethernet (802.3z - 1 Гбит/с)

- 1000BASE-T IEEE 802.3ab кабель UTP кат.5.
   (250 Мбит/с по одной паре. Код PAM5.
- **1000BASE-TX** кабель 6 категории.
- 1000BASE-SX многомодовый ВОК (L = 550 м)
- **1000BASE-LX** многомодовый или одномодовый ВОК (L = 80 км).

### Gigabit Ethernet IEEE 802.3ab. Двунаправленная передача по 4 парам UTP кат.5



Вычитание передаваемого сигнала из сигнала в линии Полудуплексный режим: Встречный поток - коллизия Полнодуплексный режим: Встречный поток - норма